

ZONA MAKSIMALNIH PADAVIN V JULIJSKIH ALPAH IN NJENA UTEMELJITEV

ON THE PROBLEM OF THE ZONE OF MAXIMUM AMOUNTS OF PRECIPITATIONS IN JULIAN ALPS

551.577.2

DANILO FURLAN

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

ABSTRACT:

In the Julian Alps the distribution of precipitations is very intricate. The valley stations /Bovec, Plužna, Savica/ get the largest amounts of precipitations /about 2750 mm/. On the lee sides of the neighbouring mountains the amounts of precipitations are smaller than those. They are the smallest - according to the totalisator data - at the highest elevations of the Julian Alps.

A fairly large area - from the Gulf of Trieste to the Saurer Alps - has been studied to make an exact analysis of precipitation distribution. This area provides the following advantages for our study:

1. The precipitations are mainly due to SW winds on the entire area.
2. All the main ridges are laying in W - E direction. A diversion to NW - SE direction appears only in the neighbourhood of the Gulf of Trieste.
3. The altitude of the main ridges is increasing from the Gulf of Trieste to the Saurer Alps.

The disadvantage is that the effects of stemming are different because only some of the ridges present main barriers.

From five main ridges - Tržaški kras /500 m above MSL/, Trnovski gozd /1400 m above MSL/, Bohinjski greben /above 1700 m above MSL/, Triglavaska skupina

/2500 m above MSL/ and the Saurer Alps /above 3000 m above MSL/ - the third one has the greatest amount of precipitation /3500 mm/; According to the water balance calculation even more than 5000 mm. The second and the fifth get more than 3000 mm. Triglavaska skupina gets only 2000 mm and Tržaški kras gets the smallest amount of precipitations with values about 1600 mm. These are mean values for the period between 1931 and 1960.

Two different systems of precipitation distribution have been found according to analysis. The first one is caused by three ridges respectively: Tržaški kras, Triglavaska skupina and the Saurer Alps. Close to the Gulf of Trieste this system is joined by another one which is formed by some other ridges respectively: Tržaški kras /a member of the first system too/, Trnovski gozd and Bohinjski greben.

The large amounts of precipitations of the second system are mainly due to the Adria cyclones which are formed above the Po plain and the Gulf of Trieste and travel to the East. These cyclones or sometimes mere waves on the Polar front are so shallow, that they can not be detected at 700 mb surface.

A conclusion can be made, that the large amounts of precipitations caused by these cyclones must be below 2000 m above MSL. Or in general: The belt of maximum amounts of precipitations is given by the mean height of cyclones and fronts above the area. The altitude up to which this can be applied is a function of temperature distribution; therefore it is a function of the geographic location and time during the year.

UVOD

Razporedba padavin je v visokogorskem svetu še nerešeno vprašanje, pri čemer sta glavna vzroka za tako stanje: neobljudenost visokogorskega sveta in neustrezen instrumentarij. Posledica obojega so redki in mestoma nepriljubljeni podatki. Kljub temu moramo oceniti dosedanje meritve, na osnovi katerih so

se meteorologi opredelili za eno od podmen o višini pasu maksimalnih padavin kot vsaj okvirno realne. To pomeni, da imamo dejansko področja, kjer naraščajo padavine še preko 3.000 mm, in zopet druga, kjer ni tako.

V Julijskih Alpah je razporedba padavin še celo zamotana. Dolinske in kotlinske postaje Bovec, Plužna, Savica imajo več padavin /cca 2.750 mm/, kot postaje na privetrni strani sosednjih pobočij Livek, vas Krn, Ravne /cca 2.600 mm/. Najvišja področja Julijskih Alp /Triglavaska skupina/ pa so najmanj namočena /cca 2.200 mm^{1/}.

Navedeni podatki povedo, da razporedba v Julijskih Alpah ni le zamotana, ampak tudi povsem svojska. Saj je ni mogoče spraviti v sklad niti s teorijo, da naraščajo padavine še preko najvišjih vzpetosti, kot so to ugotovili v švicarskih in avstrijskih Alpah /2, 3, 4/, niti ni v skladu s teorijo o zoni maksimalnih padavin že pod najvišjimi grebeni, zlasti v absolutnih višinah med 2.000 m in 2.200 m /5, 6, 7, 8, 9, 10/. Minimum padavin v najvišjih področjih Triglavske skupine ovrže sklepe prve podmene, maksimum v kotlinah in dolinah pa ugotovitve meteorologov iz druge skupine. Kaže, da imamo v Julijskih Alpah inverzno razporedbo, saj je največ padavin na najnižjih postajah, najmanj pa na najvišjih.

STAREJŠE OCENE PADAVIN

Navedene vrednosti pomenijo normalne višine padavin za niz 1931-1960 in ne morda razporedbo v izbranem letu ali v kratkem nizu. Kljub temu pa bi bilo prenačljeno sklepati, da gre za resnično inverzno razporedbo. Dvom o taki razporedbi opravičuje že dejstvo, da do danes še nobena padavinska karta obravnavanega področja ni bila izdelana ob domnevi, da je inverzija padavin osnovna zakonitost za določanje absolutne višine posameznih izohijet v predelih, za katere niso na razpolago opazovane vrednosti.

Kratek pregled dosedanjih kart.

Prve karte obravnavanega področja so bile izdelane že v času avstroogrške

monarhije. V klimatografiji Koroške iz leta 1913 je Conrad enako ocenil padavine v Bohinjskem grebenu in v Triglavski skupini /11/. Najvišja izohijeta je 2.400 mm, torej toliko, kot izkazujejo v tistem času postaje v sosednih kotlinah in dolinah. Avstrijski hidrografski urad je 5 let kasneje izdal padavinsko karto, ki zajema tudi celotno slovensko ozemlje; tudi na tej karti je na področju vzhodnih Julijskih Alp najvišja izohijeta 2.400 mm /12/. V klimatografiji obalnega področja, ki je izšla leta 1927, Triglavska skupina ni vsa zajeta; prikazan je še Bohinski greben in sicer z izohijeto 2.600 mm /13/. Prvi dve karti se opirata na niz 1876-1900, zadnja pa na niz 1890-1914. Celotno področje Julijskih Alp je prikazano na karti padavin v vseh Alpah, ki sta jo izdelala Knoch in Reichl leta 1930, opira pa se na niz 1876-1910. Z najvišjo izohijeto 3.000 mm sta obdala Bohinski greben, ne pa tudi Triglavske skupine /14/.

V drugi polovici 20 let je vključitev totalizatorjev v padavinsko mrežo v pasu anekumene omogočila merjenje padavin tudi v višinah nad gornjo mejo stalnih naselij. Rezultati takih merjenj v centralnem delu Zahodnih in Vzhodnih Alp so pokazali, da v višinah okoli 2.000 m padavine ne prenehajo naraščati, kakor je učila stara šola. V omenjeni višini naj bi bilo le nekakšno koleno, nad katerim preide relativno hitro naraščanje padavin v počasnejše. To naj bi segalo še preko najvišjih vrhov in grebenov /2, 3, 4, 15/. Morda Reya prav pod vplivom teh ugotovitev padavin v Triglavski skupini ni ocenil nižje kot v Bohinjskem grebenu. Njegova karta se opira na medvojna opazovanja, najvišja izohijeta v Triglavski skupini in v Bohinjskem grebenu pa je 3.000 mm /16/. Osnovo za oceno padavin v Bohinjskem grebenu je dala postaja Savica s 3.112 mm. Vendar je treba za to karto poudariti naslednje: medvojno obdobje je bilo izrazito mokro. Po analizi padavinskih razmer v spodnjem delu Ljubljanske kotline v preteklih 100 letih je bila doba med obema svetovnjima vojnama najbolj mokra v vsem času od leta 1850 /17, 18/. Popreček za niz 1925-1940 je bil 1.616 mm, to je celih 200 mm ali 14 % več od 100 letnega poprečka. Podobno kot je bilo

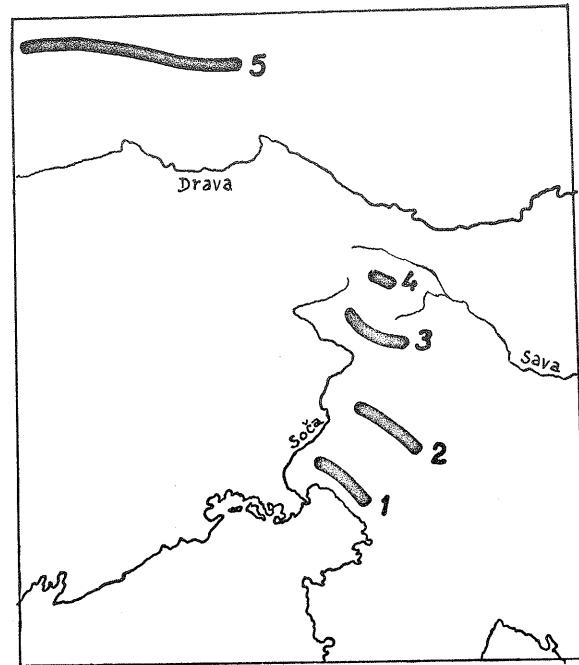
medvojno obdobje najbolj namočeno v vsej opazovalni dobi, je bilo naslednje obdobje najbolj suho v vsem preko 100 let trajajočem nizu /18/. Obe obdobji skupaj sestavljata zaključeno Brücknerjevo periodo, sestavljeno iz padavinskega vala /1925-1937/ in dole /1938-1960/, katere poprečna vrednost naj bi bila blizu sekularnemu poprečku /19/. Normalni niz se močno približa Brücknerjevi periodi; s poprečnimi padavinami 1.387 mm ima le 27 mm manj kot znaša sekularni popreček za Ljubljano. Primanjkljaj je nastal, ker v nizu 1931-1960 manjkajo leta 1926-1930, ki so bila izrazito mokra in ki začenjajo Brücknerjevo periodo /18/.

V prejšnjem odstavku so za osnovo rabila opazovanja v Ljubljani, ki je od osrčja Julijskih Alp oddaljena preko 60 km. Zaradi tolikšne razdalje ni nujno, da bi bil padavinski trend v Julijskih Alpah isti kot v Ljubljani. Podoben pa vsekakor! Saj je prav dejstvo, da zajema klimatski nemir /z istim predznakom/ velika področja, osnova za redukcijo, kratkotrajnih nizov na daljša obdobja. Točnost podmene o skladnosti trenda padavin v Ljubljani in v Julijskih Alpah potrjuje primerjava višine padavin. V medvojnem nizu, ki ga je uporabil Reya, so imele alpske postaje več padavin kot v normalnem nizu 1931-1960. Posamezne postaje so imele naslednje razlike - v korist medvojne dobe: Savica 223 mm, Ravne 315 mm in Mrzli Studenec celo 413 mm.

Enako kot starejši avtorji tudi Reya pri ocenjevanju višine padavin pri izdelavi karte ni sponiral inverzne razporedbe, torej razporedbe, kakršno sugerirajo podatki v uvodu. Isto velja tudi za avtorje naslednjih 3 kart /21 a, 22, 21 b/.

Tudi po pravkar končanem intermezzu ostaja torej še nadalje brez odgovora vprašanje: katere so zakonitosti, ki ustvarjajo tako svojsko razporedbo padavin v srcu Julijskih Alp? Da bi povečali možnost za pravilno rešitev zastavljene vprašanja, je potrebno: prvič, razširiti področje raziskav na široko zaledje Tržaškega krasa od obale prav do najvišjih grebenov Vzhodnih Alp, torej do Visokih Tur. Pri tem ni nujno, obravnavati padavine celotnega področja, am-

pak le najmarkantnejših planot in grebenov, za katere razpolagamo z ustreznim dokumentarijem. To so: Tržaški kras, Trnovski gozd, Bohinjski greben, Triglavska skupina in Visoke Ture. In drugič, vključiti je treba tudi rezultate

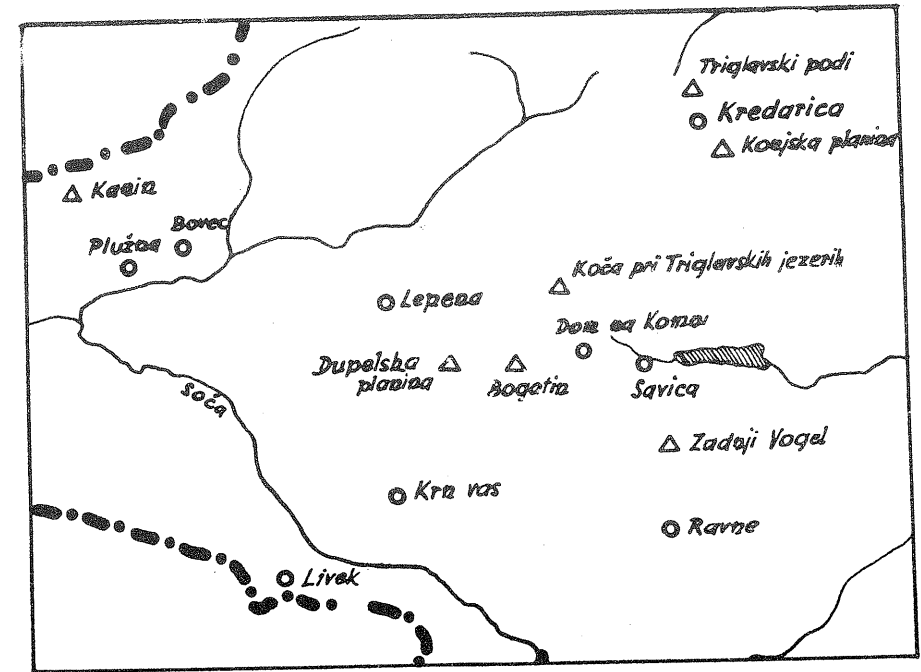


- 1 Tržaški kras
- 2 Trnovski gozd
- 3 Bohinjski greben
- 4 Triglavska skupina
- 5 Visoke Ture

Slika 1 Geografska razporeditev glavnih grebenov

Fig. 1 Geographical distribution of the main ridges

opazovanj na novih postajah, tako običajnih kot tudi totalizatorjev. Take postaje so: Totalizatorja na Šiji /Vogel/ in na Dupelski planini pri Krnskem jezeru, ter postaja Komna.



Slika 2 Geografska razporeditev opazovalnih postaj

Fig. 2 Geographical distribution of observing stations

Za študij padavinske problematike ima celotnost naštetih gorskih skupin nekaj zelo dobrih in nekaj manj ugodnih pogojev. Pozitivno je:

1. da je za vse skupine glavni oskrbovalec z vlago subtropski zrak s prevladujočo južno komponento;
2. da se absolutne višine naštetih skupin postopno dvigajo od obale Tržaškega zaliva pa do Visokih Tur;
3. da imajo vse naštete skupine isto osnovno smer slemenitve, namreč Z-V.

Naštete 3 prednosti pa oslabijo:

1. neenake razdalje med izbranimi vspetostmi;

2. neenaki pogoji za razvoj zaježitvenih procesov.

Našteti 5 okvirnih prednosti razširjenega območja raziskave dopolnjujejo še naslednje podrobnosti: južna komponenta vetrov, glavnih oskrbovalcev z vlagom, ni v vseh višinah ista. Tako so v najnižjih nivojih zelo pogosti južni in jugovzhodni vetrovi, čim više pa gredo, toliko bolj prihaja do veljave jugozahodna smer. Vzrok za prikazano razhajanje je posebna cirkulacija sekundarnih ciklonov in valov na polarni fronti nad severnim Sredozemljem, zlasti nad Padsko nižino in nad severnim Jadranom. Razlika v smeri vetra je zelo važna, saj pomeni istočasno tudi razliko v stopnji absolutne vlažnosti. Zrak z juga in jugovzhoda je po izvoru pogosto kontinentalni tropski, iznad Sahare. Ko doseže severne obale Sredozemskega morja, torej tudi Tržaški kras, pa je že močno transformiran; saj se je nad toplim morjem predhodno tako zelo ovlažil, da dobi svojstva maritimnega tropskega zraka in je mnogo bolj vlažen od subtropskega zraka z JZ /v višinah/.

Toliko o vetrovih.

Naraščanje nadmorskih višin od obale do Visokih Tur je nakazano že z absolutnimi višinami posameznih vrhov-prvakov: v Tržaškem krasu /zahod/ Trieste s 643 m, v Trnovskem gozdu Mali Golak s 1.495 m, v Bohinjskem grebenu Rodica s 1.962 m, v Triglavski skupini Triglav z 2.863 m, v Visokih Turah Veliki Klek s 3.798 m.

Opiranje na absolutne višine le najvišjih vrhov pa pri iskanju zakonitosti v padavinski razporedbi ni smiselno. Stopnja izločanja padavin je v veliki meri odvisna od zaježitvenih procesov. Te povzročajo predvsem izraziti hrbti in planote, ne pa osamljeni vrhovi, pa čeprav so zelo visoki. V stabilni atmosferi zrak osamljene vrhove namreč obide, medtem ko mora grebene prekoračiti /23, 24/. Pri tem pride do zaježitve dotekajočega zraka ter do njegovega prisilnega dviganja; pri ustreznih drugih okolnostih nastanejo tudi padavine. Zato je smiselneje, da pri obravnavani problematiki upoštevamo tisto poprečno višino,

v kateri je prepreka že v toliki meri strnjena bariera, da jo je večji del zraka prisiljen prekoračiti.

Določitev teh višin je le približna: za Tržaški kras ca 500 m, za Trnovski gozd ca 1.300 m, za Bohinjski greben ca 1.700 m, za Triglavsko skupino ca 2.300 m in za Visoke Ture ca 3.000 m. Vendar tudi ob upoštevanju tako dobljenih poprečnih višin pogoji za zaježitev zraka še vedno niso izenačeni in so Tržaški Kras, Trnovski gozd, Bohinjski greben in Visoke Ture mnogo bolj kompaktne prepreke kot pa Triglavska skupina.

Prve 3 skupine imajo pri zaježitvenih procesih prednost tudi zaradi smeri grebenov. Osnovna smer je pri vseh petih skupina sicer V-Z; pri najnižjih, morju najbližjih skupinah, pa se pokaže močna meridionalna komponenta, tako da potekajo že v smeri SZ-JV. Ker je prevladujoči del vlažnih vetrov iz JZ kvadranta, udarjajo ti vetrovi pravokotno na prve tri skupine-prepreke, kar stopnjuje hitrost dviganja in s tem tudi intenzivnega izcejanja. Zato imata severnejši, bolj oddaljeni skupini, manj pogojev za izdatne padavine.

Končno še podatki o oddaljenosti posameznih skupin: Tržaški kras leži neposredno za obalo-glavne višine so od obale oddaljene ca 8 km, vlagne višine Trnovskega gozda so oddaljene ca 18 km od obale, Bohinjskega grebena ca 32 km, Triglavske skupine ca 60 km in Visokih Tur ca 150 km.

REZULTATI NOVIH POSTAJ

Ocenjevanje višine padavin v visokogorskem svetu je tvegano delo, saj nimamo na razpolago zadostnih podatkov. Prav zato je Hidrometeorološki zavod, želeč ugotoviti resnične višine padavin in njihov letni tok, organiziral mrežo opazovalnic tudi nad gornjo mejo ekumene, torej v svetu, kjer ni več stalnih naselij.

V vzhodnem delu Bohinjskega grebena je bil postavljen totalizator na Šiji /Vogel/; absolutna višina 1.480 m. Drugi totalizator je bil postavljen na Du-

pelski planini pri Krnskem jezeru, višina 1.410 m, tretji v zahodnem delu Komne, vzhodno od Bogatina, višina 1.429 m. V dolini Sedmerih jezer je bil postavljen četrti totalizator v višini ca 1.600 m. Opazovanja na tem totalizatorju so pokazala, da dolina Sedmerih jezer ni več v območju največjih letnih padavin. Zato dosluženi totalizator ni bil zamenjan z novim.

Totalizator na Šiji je na dokaj vetrovnem mestu in zato tudi Nieferjev ščitnik ne more povsem preprečiti učinka vetra, ki dežne kaplje, še bolj snežinke, nosi mimo odprtine totalizatorja. Zato prestrežene višine padavin ne pomenijo dejanskih višin padavin na ožjem področju meritev. Na normalni niz reducirana 10 letna opazovanja dado vendar 3.227 mm letnih padavin. Še več padavin imata zapadni del Komne in kotlina Krnskega jezera. Totalizator vzhodno od Bogatina izkazuje 3.600 mm, oni na Dupelski planini pa 3.400 /reducirano na niz 1931-1960/.

Poleg naštetih totalizatorjev je uspelo organizirati tudi stalno postajo na vzhodnem robu Komne, v domu na Komni 1 525 m. Na normalni niz reducirane višine dosežejo skoraj 3.300 mm.

Pred vetrom ima najbolj zaščiten lego postaja na Komni. Zato ne preseneča, da je kljub temu, da ombrometer ni zaščiten z Nieferjevim obročem, tudi na tej postaji toliko padavin.

Glavni uspeh nove mreže je v tem, da so njena opazovanja pokazala strnjeno področje s padavinami ca 3500 mm. Če pa upoštevamo učinek vetra, ki ga tudi z Nieferjevim ščitnikom ni mogoče povsem preprečiti, potem lahko računamo na najvišjem področju Bohinjskega grebena in na južni polovici Komne v višinah nad ca 1400 mm z letnimi padavinami tudi preko 4000 mm.

Da je letnih padavin preko 4000 mm, opravičujejo tudi rezultati analize padavinskih razmer v Bohinjskem grebenu, dobljenih z odtočnimi količniki /26/. Vzrok za tako pot, ki je v klimatologiji redka, so bili disproporciji med padavinami in odtoki na celotnem področju gornjega Posočja. Po starih ocenah letnih padavin so odtočni količniki za porečja posameznih pritokov Soče, kot tudi Soče same, v zgornjem toku večji od 1 /27/. To pa je izključeno, razen če gre za nekontrolirano podzemno pritekanje vode s sosednjih področij Save in Nadiže. Ker so take možnosti razmeroma majhne, ostanejo kot najprimernejše tolmačenje za neprirodni odtočni količnik, večji od 1,0, prenizko ocenjene padavine v najvišjih grebenih, med drugimi tudi v Bohinjskem grebenu. Odtočni količnik se zmanjša pod 1,0 ako zvišamo oceno padavin v najvišjem delu Bohinjskega grebena na preko 5000 mm /28/.

Reševanje problema odtočnih koeficientov v Gornjem Posočju na takšen način ni brez tveganja. Pritoki Soče, kot Bača, Koritnica, Zadlaščica in podobni, so izraziti hudourniki z velikim kolebanjem in neredko so pretoki zelo majhni. Oboje, hudourniški karakter kot tudi pogosto nizka voda, onemogoča točno ugotavljanje višine letnih pretokov. To pomeni, da tudi s pretoki ne moremo za

trdno ugotoviti padavin preko 5000 mm.

Glede na padavine, kakršne so bile ugotovljene na območju Šije, na Komni in na Dupelski planini, kjer se gibljejo že okoli 3500 mm, pa vendar skoro ni dvoma, da prejmejo v najvišjem delu Bohinjskega grebena okoli 4000 mm letno.

V Triglavski skupini je stvar naslednja: totalizator na Kredarici je prestregel v poprečju le ca 2100 mm letnih padavin. Ker so bile tudi višine padavin, izmerjene z navadnim in višinskim ombrometrom praktično povsem enake, je bil totalizator na Kredarici prestavljen na Triglavske pode, poleg tega pa je bil postavljen še drugi, primerjalni totalizator na Konjski planini. Višina instrumenta na Triglavskih podih je ista kot na Kredarici, lokacija pa je ugodnejša, saj instrument ni tako izpostavljen vetru. Absolutna višina primerjalnega totalizatorja je ca 1800 m. Pred vetrom je tudi ta boljše zaščiten, tudi boljše kot-čni na Triglavskih podih.

Kljub različnim absolutnim višinam in različni stopnji zaščitenosti so bile višine padavin močno podobne. Reducirane na normalni niz znašajo ca 2200 mm, kar je v primerjavi s padavinami kotlinskih postaj Bovec, Savica in Plužna malo, le ca 3/4 tistih padavin, ki jih prejmejo v poprečju našete postaje. Ker pa dajo take vrednosti kar vse tri postaje, moramo izmerjene višine oceniti kot realne. To pomeni, da prejme Triglavska skupina v višinah okoli 2300 m ca 2200 mm letnih padavin.

Na videz sporne so tudi višine padavin v visokih Turah. Glede na opazovanja v obdobju 1876.- 1910 sta nemška klimatologa Knoch in Reichl /14/ vključila tudi Visoke Ture v suho cono Vzhodnih centralnih Alp.

Tudi prvi rezultati opazovanj s totalizatorji slike niso bistveno spremenili. Totalizatorji so bili namreč postavljeni na vetru izpostavljenih mestih. Steinhauser navaja za obdobje 1927 - 1936 za vrh Sonnblicka /2366 mm /29/. Vsekakor je že ta podatek pokazal, da so bili starejši sklepi o sušnosti Visokih Tur prenašljivi. Pozneje je Tollner /30/ z nadaljnimi merjenji ugotovil,

da prejmejo najvišji grebeni Visokih Tur preko 3000 mm.

Po rezultatu meritev v Sloveniji bi bilo mogoče že na osnovi tistih opazovanj, ki so pokazala, da prejme vrh Sonnblicka blizu 2400 mm, sklepati, da znaša dejanska višina padavin vsaj 3000 mm. Na Snežniku je namreč totalizator na vrhu prestregel poprečno po 2000 mm, drugi v zaščiteni legi, pa skoro 3000 mm. Podobne rezultate so dali tudi poizkusi na Malem Golaku, v Trnovskem gozdu in na Poreznu /31/.

Spornosti o višini padavin v Visokih Turah torej ni, in tako imamo v zaporedju vzpetosti: Tržaški kras, Trnovski gozd, Bohinjski greben, Triglavska skupina in Visoke Ture naslednje okvirne vrednosti letnih padavin ca: 1600 mm, 3000 mm, 4000 mm, 2200 mm in 3000 mm.

Na prvi pogled tu ni nikakega sistema. Padavine najprej naraščajo do višine 4000 mm v Bohinjskem grebenu, nato močno popuste in se na dolgi poti do Visokih Tur ojačijo zopet na preko 3000 mm.

PODMENA O DVEH PDAVINSKIH SISTEMIH.

Določen sistem je vendarle mogoče zaslediti! Bohinjski greben, ki prejme največ padavin med vsemi navedenimi vzpetostmi, jih torej prejme največ tudi med prvimi tremi, morju najbližjimi, med katerimi je tudi najvišji. Taka razporedba ustreza novejšim ugotovitvam, da naraščajo padavine še preko vrhov. Prav tako ustreza tudi starejšemu naziranju, da naraščajo padavine le do ca 2200 m. Dejstvo, da imamo pri stopnjevanju absolutnih višin, potem ko je bil dosežen prvi in glavni maksimum, najprej zmanjšanje padavin v Triglavskem pogorju, nato pa zopet njihovo naraščanje, nakazuje naslednje tolmačenje.

Dejansko naj bi imeli na obravnavanem področju dva padavinska sistema. Prvi, osnovni sistem se kaže v višinah padavin v Tržaškem krasu, Triglavskem pogorju in v Visokih Turah s poprečnimi nadmorskimi višinami najvišjih predelov ca 500 m, 2300 m in 3000 m in letnimi padavinami ca 1600 mm, 2200 mm in 3000 mm.

Drugi sistem, ki osnovnega prekriva z izdatnejšimi padavinami, se odkriva v letnih višinah padavin na področju prvih treh, morju najbližjih grebenov. To so: Tržaški kras, ki pomeni tudi prvo stopnjo osnovnega padavinskega sistema, dalje Trnovski gozd in pa Bohinjski greben. Poprečne višine najvišjih področij naštetih planot v drugem sistemu so naslednje /ca/: 500 m, 1300 m in 1700 m, padavine pa ca 1600 mm, 2800 mm in 4000 mm.

Sekundarne depresije in valovi na polarni fronti nad severnim Sredozemljem ali nad Padsko nižino so plitve tvorbe. Praviloma imajo tako majhno vertikalno razsežnost, da na 700 mb ploskvi izohipse niso več zaključene. Zaradi tako majhne višine je tudi področje njihovega ploskovnega razprostiranja omejeno.

Navzočnost polarne fronte na čelu hladne doline, ki sega preko Zapadne Evrope neredko celo globoko v Afriko, sproži padavinske procese /ob jugozahodnih vetrovih/ nad vsem področjem od severnega Jadrana do Visokih Tur. Njihova razporedba ustreza vsaj v poprečju osnovnemu, v prejšnjem odstavku navedenemu padavinskemu modelu z maksimumom v Visokih Turah.

Dodatni učinek, posledice sekundarnega ciklona ali vala, pa se manifestira v drugem sistemu. Prva bariera, Tržaški kras, tudi pri teh dodatnih padavinah verjetno ni izvzeta, saj bi sicer vzpetost z višino ca 500 m le težko imela okoli 1600 mm letnih padavin. Največ padavin pa je pričakovati tam, kjer gorska pobočja prisilijo zrak k naglemu dviganju. Za strujanja, ki jih dirigirajo sekundarni cikloni, pa jugovzhodna slemenitev Tržaškega krasa, Trnovskega gozda in Bohinjskega grebena ni ugodna, saj imata veter in slemenitev isto smer.

Ob dalmatinski in kvarnerski obali preprečujejo Mosor, Velebit in Risnjak, da bi se področje sekundarnih ciklonov razširilo globlje v notranjost. Zato imamo pas maksimalnih padavin blizu obale. Drugače je na severu, na področju naše analize. Tu dovoljuje relief, da se vplivno področje sekundarnih ciklonov razširi globlje v notranjost. Po zoni izredno visokih letnih padavin lahko sklepamo, da sega vplivno področje še preko Trnovskega gozda v Bohinjski greben, zapadno od Soče pa preko Matajurja še v Kanin. Vse štiri prepreke so prav

markantne; tolikšne višine padavin v njih pa lahko utemeljimo edino tedaj, ako najdemo poleg zaježitev še druge dejavnike, ugodne za formiranje izdatnih padavin.

V prvi vrsti velja pozornost povečani stopnji labilnosti na področju, ki je pod vplivom sekundarnih ciklonov ali valov. Njihova cirkulacija uvaja, kot že omenjeno, močno ovlaženi tropski kontinentalni zrak iz jugovzhodnega kvadranta; v zgodnji fazi sekundarnega ciklona se ta zrak vriva v najnižjih plasteh kot hladnejši subtropski zrak, ki priteka praviloma iz jugozapadnega kvadranta. V zrelejši fazi se vriva pod polarni zrak. Relativno - v hladni polovici leta - ali celo absolutno - v toplem delu leta - topla voda Sredozemskega moraja povzroča labilizacijo polarnega zraka v toliki meri, da spada zlasti zapadna polovica sredozemskega bazena med najbolj ciklogenična področja sveta /32, 33/. Vključevanje tropskega zraka na dnu atmosfere stopnjo labilnosti še poveča. Zunanji izraz tega so nalivi in to izredno intenzivni. Kratkotrajni nalivi so v Slovenskem Primorju in v Brdih za ca 50 % intenzivnejši od nalivov v notranjosti. Tako znaša na primer 15 minutni naliv s pogostostjo $n = 1$, torej tak, ki se pojavlja v dolgoletnem poprečju po enkrat letno, v Kopru ca 24 mm, v Ljubljani in Mariboru pa le ca 16 mm /34, 35/.

Verjetno so tudi izjemno visoke letne padavine z 200 in tudi preko 300 mm, ki so na področju Slovenije omejene skoro izključno na svet jugozahodno od dinarsko-alpske pregrade /36, 18/, posledica vrinjenega tropskega zraka in s tem pogojene labilizacije ozračja.

Ni mogoče potegniti ločnice med padavinami, ki so posledica frontalne aktivnosti in ojačene z zaježitvenimi procesi, in med tistimi dodatnimi padavinami, ki jih povzroča vlaga vključenega tropskega zraka. Vsekakor pa ni preveč tvegan sklep, da je na območju, ki je v večini padavinskih situacij pod vplivom valov ali sekundarnih ciklonov, razlika med višinami padavin prekrivajočega in osnovnega padavinskega sistema posledica vrinjenega tropskega zraka. Ako upoštevamo razliko /v metrih/ med poprečnimi višinami najvišjih delov Tržaškega krasa in

Triglavske skupine, prav tako pa tudi ustrezne višine Trnovskega gozda in Bohinjskega grebena /prvi dve skupini imata padavine po osnovnem padavinskem sistemu, drugi pa po prekrivajočem/ potem prejme Trnovski gozd ca 1000 mm iz tropskega zraka, Bohinjski greben pa celo ca 1800 mm.

V kalkulaciji je več neznank, boljše šibkih točk, glavni pa sta dve. Za Tržaški kras ne vemo, koliko sodeluje v njegovih padavinah tropski zrak. Kalkulacija je izvršena tako, kot da prav nič ne sodeluje, kar pa sploh ni mogoče. Druga šibka točka je neenakost pogojev za zajezitev, o čemer smo govorili že poprej. Gotovo je namreč, da bi bilo v Triglavski skupini več padavin, ako bi bilo gorovje oblikovano kot dolg hrbet, potekajoč tako kot Bohinjski greben.

Ker imajo posledice obeh šibkih točk v odnosu s končno oceno nasprotni predznak, absolutne vrednosti obeh posledic pa smemo oceniti kot enake, navedena podatka o deležu padavin iz tropskega zraka nista brez vrednosti.

Sprejemljivo tolmačenje moramo poiskati še za vprašanje, zakaj je največ padavin na Bohinjskem grebenu. Vprašanje se vsiljuje zaradi domneve, da je glavni vzrok za tolikšne padavine v prekrivajočem sistemu - labilizirana atmosfera. Plast tropskega zraka je nad morjem debelejša kot nad Trnovskim gozdom ali nad Bohinjskim grebenom in je zato tolikšna namočenost v obeh skupinah nekako ne-
logična. Zlasti še, če upoštevamo, da ima tropski zrak pri tleh isto smer kot našete planote; saj to pomeni, da ni pogojev za prisilno dviganje tropskega zraka.

Prepričljivega odgovora na vprašanje, do katere višine imamo v poprečju v tropskem zraku smer JV - SZ, nimamo. Višina tropskega zraka je funkcija globine sekundarnega ciklona in se torej menja od situacije do situacije in med vsako posamezno situacijo. Sodeč po izdatnosti padavin v Trnovskem gozdu mora tropski zrak preiti v cirkulacijo hladne doline v poprečju že precej pod povprečno višino najvišjih predelov, morda v višini 1000 m. Le tako si lahko, vendar brez prijemljivih dokazov, razložimo, zakaj ima Trnovski gozd toliko več

padavin od Triglavskega pogorja. Ni pa mogoče povsem obiti naslednje kombinacije: ne glede na to, ali je tropski zrak že vključen v cirkulacijo hladne doline in priteka proti dinarsko-alpskim planotam od jugozapada, ali pa še struja v prvotni smeri od jugovzhoda, v vsakem primeru pride ob prehodu polarne fronte pred planotami do zajezitve polarno-tropskega zraka na čelni strani doline. Padavine so posledica dveh vzrokov: zrak se prisilno dviga in ohlaja, to je eden vzrok. Zaradi dviganja pa pride nad planotami do zgostitve izoterm in do povečanega termičnega gradienta in s tem do labilizacije atmosfere - to je drugi vzrok. Iz obeh vzrokov se začno padavine najprej v območju najvišjih planot, od tod pa se širijo nekako pravokotno na prepreko, in to v obeh smereh: vzporedno z vetrom in v vetru nasprotni smeri /37/. Lahko sklepamo, da se začetno, prisiljeno dviganje zraka, ako ne vedno, pa vsaj praviloma pretvori v spontano dviganje, saj pride zaradi stopnjevanja padavin s približevanjem fronte tudi do vzporednega povečanja sproščene latentne toplote.

Spontano dviganje, ki ga potrjuje velika pogostnost nevihtnih dni nad tem področjem /morda največja v Evropi /38, 39/, se začne verjetno najčešče nad pregradami, ki dobijo v takih primerih funkcijo, podobno funkciji dimnika. Srk, ki pri tem nastane, uvaja vedno nov, še malo izcejen zrak. Prav zato prihaja do velike koncentracije padavin prav v območju najmarkantnejših pregrad. Razporedba padavin kaže, da se to dogaja v območju Bohinjskega grebena.

S tolmačenjem, zakaj nimamo maksima padavin v najvišji skupini Vzhodnih Julijskih Alp, v Triglavski skupini, ampak že v mnogo nižjem Bohinjskem grebenu, smo dobili tudi tolmačenje za navidezno izveržno razporedbo padavin v tem delu Alp.

Letne višine padavin kotlinskih postaj Savica, Bovec in Plužna res presega-
jo višine padavin pobočnih postaj, kot so Ravne in druge. Zato pa zaostajajo močno za tistimi vrednostmi, ki smo jih spoznali z novo padavinsko mrežo v višinah nad 1400 m. Povsem normalno je, ako prejme Bohinjski greben okoli 3500 ali celo 4000 mm, za njim ležeča Savica pod 3000 m.

Podobno lego kot Bohinjski greben v vzhodni polovici Julijskih Alp ima na zahodu Matajur. V njegovem zaledju pa sta postaji Bovec in Plužna. Tudi v tem primeru imamo povsem normalno razmerje v višinah padavin. Inverzne razporedbe padavin torej v Julijskih Alpah ni.

SKLEP

V tem prispevku je ocenjen kot edini vzrok za maksimalne padavine že v Bohinjskem grebenu in ne v Triglavski skupini ali v Visokih Turah - tropski zrak z visoko absolutno vlago, ki ga uvajajo sekundarni cikloni in valovi na polarni fronti, torej lokalni akcijski centri, ki ne segajo visoko.

Nova podmena pomeni korak dalje zato, ker precizira lokacije, kjer obstoja možnost, da doseže absolutna vlaga neko kritično stopnjo. S to oznako je mišljena tista stopnja vlage, ki omogoča najizdatnejše izcejanje že nižje in ne šele v najvišjih področjih visokogorskega sveta. Take lokacije imamo povsod, kjer je pogostna aktivnost sekundarnih ciklonov.

Novo ugotovitev je mogoče posplošiti: pri podobnih reliefnih razmerah je višina pasu maksimalnih padavin pogojena s poprečno višino ciklonov in front, aktivnih nad določenim poprečjem. Višina, do katere velja to pravilo, je funkcija temperaturnih razmer, torej tudi zemljepisne lege in letnega časa.

LITERATURA

1. Letno poročilo meteorološke službe za leto 1962.
2. Tollner H.: Niederschlagsverhältnisse im Gebiet des Rausiger Sonnblicks. Jahresbericht des Sonnblick-vereines für die Jahre 1951-1952.
3. Uttinger H.: Zur Höhenabhängigkeit der Niederschlagsmessungen in den Alpen. Arch. f. Met. Geoph. und Biokl. Serie B; 4. Heft, 1951, Wien.
4. Hoeck E; Thams J.C.: Zum Problem der Niederschlagsmessung. Geophysica p. e app. Milano, vol. XIX., 1951.
5. Steinhauser F.: Die Meteorologie des Sonnblicks. 1938, Wien.
6. Tollner H.: Niederschlagsverhältnisse der Übergossenen Alm auf dem Hochkönig. XLVI. Jahresber. d. Sonnblick-Vereins 1937.
7. Steinhauser F.: Ergebnisse neuerer Beobachtung über die Niederschlagsverhältnisse im Sonnblickgebiet. XLI. Jahresber. d. Sonnblickvereins für 1932.
8. Steinhauser F.: Über die Struktur des Jahresganges des Niederschlages am Zentrallalpenkamm. Wetter und Leben, Mai 1949.
9. Tollner H.: Zum problem Eishaushalt und Niederschlag im Hochgebirge. Mitt. d. Geogr. Gesellschaft in Wien, Bd. 90, 1948.
10. Hann-Sörling, Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1951.
11. Conrad V.: Klimatographie von Kärnten, Klimatographie von Österreich VI. Wien 1913.
12. Beiträge zur Hydrographie Österreichs. Wien 1918.
13. Biel E. Klimatographie des ehemaligen österr. Küstenlandes. Deutsche Akad. Wiss. Wien 1927.
14. Knoch und Reichl: Verteilung und jährlicher Gang der Niederschläge in den Alpen. Abhand. Preus. Met. inst. IX. Nr. 16. Berlin 1930.
15. Uttinger H.: Statistische Untersuchungen über den Einfluss der Orographie auf die Niederschlagsverteilung. Izvleček v: Verhandlungen der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Davos 1950.

16. Reya O.: Padavinska karta Slovenije, Ljubljana 1945.
17. Pleško-Šinek: Sekularne varijacije oborinskih nizova u odnosu na Atlas klime Jugoslavije. Zagreb 1968.
18. Furlan D.: Padavine v Sloveniji. Geografski zbornik VI, Ljubljana 1961.
19. Brückner E.: Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. Geographische Abhandlungen 4, H.2, 1890.
20. Conrad-Pollak: Methods in Climatology. Cambridge 1950.
21. Furlan D.: Padavinske karte Slovenije, Ljubljana 1954 in 1958.
22. Karte izohieta. Hidrometeorološka služba FNR Jugoslavije. Beograd 1953.
23. Hann-Söring, Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1951.
24. Landsberg H.: Physical Climatology. Du Bois, Pennsylvania.
25. Nosan B.: Totalizatorji v Sloveniji in njihovi rezultati. Letno poročilo meteorološke službe za leto 1966.
26. Furlan D.: Determinazione delle precipitazioni mediante le portate unitarie. A. Geofisica e meteorologia. Genova 1963.
27. Štefančič P.: Študij padavinskih področij zg. Soče in Idrijce z ozirom na visoki odtočni koeficijent. Uprava hidrometeorološke službe Slovenije. Ljubljana 1954.
28. Hidrološki elaborat Soče, Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana 1962.
29. Steinhauser F.: Die Meteorologie des Sonnblicks. 1938, Wien.
30. Tollner H.: Wetter und Klima im Gebiete des Grossglockners. Klagenfurt 1952.
31. Furlan D.: Mreža totalizatorjev v Sloveniji. Letno poročilo meteorološke službe za leto 1958.
32. Radinović-Lalić: Ciklonska aktivnost u zapadnom Sredozemlju. Beograd 1960.
33. Biel E.: The Mediteranean, Chicago 1944.
34. Furlan D.: Hidrometeorološke osnove za projektiranje mestnih kanalizacij v Sloveniji. Letno poročilo met. službe za leto 1956.
35. Furlan D.: Nalivi in odtoki v Kopru. Arhiv HMZ Slovenije, Ljubljana 1968.
36. Petkovšek Z.: Nevihtna karta in nevihtna pogostnost v Sloveniji za dobo 1951-1960. Razprave - Papers 7, DMS, Ljubljana 1966.
37. Furlan D.: Nevihte v Sloveniji v letih 1951-1966. Arhiv HMZ Slovenije, Ljubljana 1967 (v rokopisu).